

Diagnóstico e atenuação de riscos de instalações elétricas em moradias de baixa renda**Diagnosis and risk-attenuation of electrical installations in low-income habitations**

DOI:10.34117/bjdv5n12-094

Recebimento dos originais: 07/11/2019

Aceitação para publicação: 06/12/2019

Márcio Mendonça

Doutor em Ciências pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Av. Alberto Carazzai, 1640 – Cornélio Procópio, PR

E-mail: mendonca@utfpr.edu.br

Lucas Botoni de Souza

Mestrando em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Av. Alberto Carazzai, 1640 – Cornélio Procópio, PR

E-mail: lucsou@alunos.utfpr.edu.br

Marco Antonio Ferreira Finocchio

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Londrina

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Endereço: Av. Alberto Carazzai, 1640 – Cornélio Procópio, PR

E-mail: mafinocchio@utfpr.edu.br

Ivan Rossato Chrun

Mestre em Engenharia Elétrica e Informática Industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Instituição: UEM - Universidade Estadual de Maringá

Endereço: Av. Colombo, 5790 - Zona 7, Maringá - PR, 87020-900

E-mail: ivanchrun@gmail.com

Diene Eire de Mello

Doutora em Educação pela Universidade Estadual de Maringá

Instituição: Universidade Estadual de Londrina

Endereço: Rodovia Celso Garcia Cid - PR 445 Km 380, Londrina, PR

E-mail: diene.eire.mello@gmail.com

RESUMO

Atualmente, a eletricidade é um bem indissociável da sociedade, no qual seu acesso é visto como qualidade de vida. No entanto, mesmo inerente ao estilo de vida da sociedade, esse acesso nem sempre é concedido de forma organizada e segura para toda a população, principalmente em regiões pobres. Nessas áreas, os cidadãos realizam a maioria das instalações elétricas e, em vários casos, não cumprem as normas de segurança. Dessa forma, os cidadãos estão sujeitos a situações de risco de acidentes. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar o trabalho realizado no projeto de extensão "Análise e correção de instalações elétricas em habitações de baixa renda na cidade de Cornélio Procópio". Nele, um grupo de quatro estudantes da Universidade Federal de Tecnologia - Paraná

(UTFPR-CP). Sob a orientação de um professor supervisor, os alunos realizavam visitas semanais a quatro habitações de baixa renda em aproximadamente dez meses de duração total. Durante as visitas, os alunos aplicaram conceitos de metodologias ativas de ensino, como a aprendizagem baseada em projetos (ABP). A partir dos dados coletados, através da experiência, é possível inferir que as metodologias ativas apresentam resultados importantes. No entanto, o papel do professor é um elemento fundamental para o sucesso da experiência, pois os papéis de professores e alunos precisam ser reconfigurados a partir de uma lógica linear, não hierárquica, permitindo que eles ajam e aprendam juntos.

Palavras-chave: Engenharia Elétrica, Aprendizado Baseado em Problemas, Engenharia de Responsabilidade Social.

ABSTRACT

Presently, electricity is an indissociable good of society, in which we see its access as quality of life. However, even inherent in the society lifestyle, such access is not always given in an organized and in a safe way for the entire population, especially in poor regions. In these areas, the citizens perform themselves the majority of the electrical installations and in several cases not in comply with the safety standards. In this way, citizens are subjected to situations of risk of accidents. Thus, the objective of this work is to present the work carried out in the extension project "Analysis and Correction of Electrical Installations in Low-Income Habitations in the city of Cornélio Procopio". In it, a group of four students from the Federal University of Technology - Paraná (UTFPR-CP). Under the guidance of a supervising teacher, they conducted weekly visits to four low-income habitations in approximately ten months of total duration. During the visits, the students applied concepts of active teaching methodologies, such as project-based learning (PBL). From the collected data, through the experience it is possible to infer the active methodologies present important results. However, the role of the teacher is a fundamental element for the success of the experience, since the roles of teachers and students need to be reconfigured from a linear, non-hierarchical logic, allowing them to act and learn together.

Keywords: Electrical Engineering, Project-based Learning, Social Responsibility Engineering.

1 INTRODUÇÃO

As condições de vida e moradia de uma grande quantidade de pessoas no Brasil é um tema que demanda atenção. O direito humano à moradia é um dos direitos sociais assegurado constitucionalmente, no artigo 6º da Constituição Federal. Entretanto, 6,5 milhões de brasileiros não possuem acesso a uma moradia digna, muitas vezes sem saneamento básico e com acesso ilegal à energia elétrica.

A eletricidade é na atualidade um bem indissociável da sociedade, na qual seu acesso é visto como qualidade de vida. Entretanto, mesmo inerente aos modos de vida da sociedade, nem sempre tal acesso se dá de maneira organizada e segura para toda população, principalmente em regiões carentes: tanto das grandes cidades como no campo. É possível afirmar que, dentre este grupo citado, boa parte das instalações são executas pelos próprios cidadãos de maneira não organizada e pautado em normas de segurança. Dessa forma, os cidadãos ficam submetidos às situações de risco, expondo-se a acidentes.

Nesse contexto, noções de segurança são importantes para que pessoas em condições de vulnerabilidade social não sejam expostas ao acesso precário à energia elétrica. Assim, para evitar riscos de incêndio e choques elétricos, um ambiente seguro deve obedecer às regulamentações de circuitos elétricos, como a NBR-5410 e a NR-10 (ABNT, 2008; MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2016).

Consequentemente, o choque elétrico pode ser caracterizado como uma perturbação de natureza e efeitos diversos que se manifestam no organismo humano ou animal quando este é percorrido por uma corrente elétrica (KINDERMANN, 2013). Em outras palavras, é o efeito patofisiológico resultante da passagem de uma corrente elétrica, a chamada corrente de choque, através do corpo de uma pessoa ou de um animal (ABNT, 2008). Essa situação, além de poder causar sustos, também pode causar queimaduras, parada cardíaca ou a morte em casos mais graves (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2016).

Durante o período de 2007 a 2011, a *National Fire Protection Association* (NFPA) estimou que um corpo de bombeiros nos Estados Unidos respondeu, em média, 3,34 incêndios em escritórios comerciais por ano. Além disso, distribuição elétrica e equipamentos de iluminação foram o segundo maior causador de incêndios (12%), acarretando em 15% de danos às propriedades analisadas (CAMPBELL, 2013).

Assim, diversos fatores podem contribuir para a utilização de instalações elétricas precárias, como escassez de recursos, falta de conhecimento de normas técnicas e construção de casas improvisadas em terras expropriadas ou invadidas, sem saneamento básico, etc. Desse modo, a necessidade de energia elétrica para iluminação e tarefas de uso diário induzem a prática de instalações que proporcionam risco de vida.

De maneira a ilustrar tal fato, pode-se citar o incêndio do edifício Joelma (São Paulo, Brasil), ocorrido em 1974, que fora causado por um curto circuito elétrico, devido à má instalação de um ar condicionado, um exemplo de riscos de instalações não padronizadas e supervisionadas (SHARRY, 1974). Recentemente, o edifício Wilton Paes de Almeida, também cidade de São Paulo, alvo de invasões desde a década de 2000, sofreu um incêndio devido à má instalação elétrica, o que causou o colapso do prédio, com mortes e prejuízos para a União (DARLINGTON, 2018). As favelas são outro exemplo de local com instalações elétricas precárias, por vezes obtidas ilegalmente em discordância com as normas.

Com base na problemática apresentada, o objetivo do presente estudo é apresentar o trabalho realizado no projeto de extensão “Análise e Correção de Instalações Elétricas em Habitações de Baixa Renda na cidade de Cornélio Procopio-PR”. Nele, um grupo de quatro estudantes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-CP), sob a orientação de um professor supervisor, realizou

visitas em média a cada duas semanas em quatro moradias de baixa renda, durante dois semestres letivos, com aproximadamente dez meses de duração total. Ressalta-se que não foi escopo do projeto de extensão qualquer análise relacionada aos aspectos construtivos das residências, as quais apresentam precariedade, e grande quantidade de material combustível, como papelão por exemplo. A precariedade da construção civil poderá ser observada na Seção IV.

A motivação dessa pesquisa consiste em aprimorar e incentivar o ensino de habilidades práticas na UTFPR-CP proporcionando ao estudante uma visão mais ampla dos conceitos científicos aliados à realidade e às problemáticas sociais. Partindo de tal pressuposto, compreende-se que a missão da universidade é a excelência na educação tecnológica por meio de projetos de ensino, pesquisa e extensão. Entretanto, os projetos de extensão que visam a engenharia de responsabilidade social não são facilmente encontrados no ambiente acadêmico da UTFPR-CP.

Devido à dificuldade de quantificar os riscos de choques elétricos e incêndios, as atividades inicialmente foram analisadas qualitativamente. O estudo pautou-se na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), inspirada em técnicas inovadoras de aprendizado, como em (COPOT; IONESCU; KEYSER, 2016; FONSECA; GÓMEZ, 2017; MARTINEZ-RODRIGO et al., 2017; WELTMAN, 2007), inserindo os alunos em um ambiente real.

A estrutura do trabalho é descrita a seguir. Na Seção 2 são apresentados os fundamentos teóricos abordados, os estágios de desenvolvimento e a metodologia usada no trabalho. A Seção 3 mostra o desenvolvimento do projeto, apresentando também os dados das famílias e das habitações. Na Seção 4 são analisados alguns dos casos encontrados, e mostrados os reparos e as considerações sobre as ações tomadas. Finalmente, a Seção 5 conclui o artigo e aborda futuros trabalhos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentados fundamentos e conceitos teóricos e normativos utilizados para a elaboração do projeto de extensão.

2.1 CHOQUES ELÉTRICOS E ACIDENTES DECORRENTES

No projeto de extensão, a análise das habitações levou em consideração a ocorrência de choques elétricos e suas consequências nos seres humanos, assim como o possível aumento no risco de incêndios decorrente da instalação incorreta de circuitos elétricos. Entretanto, não é escopo desse trabalho a análise detalhada do risco de incêndios, devido à necessidade de consulta de normas locais e do levantamento da carga de incêndio, restringindo a possível causa por meio da eletricidade.

A passagem de corrente elétrica pelo corpo humano o torna parte de um circuito energizado. Os choques elétricos podem causar diversos danos fisiológicos e patológicos ao organismo. Seus efeitos no organismo estão relacionados a alguns fatores, como a intensidade da corrente elétrica que

circula pelo organismo, o valor da tensão elétrica, a área de contato, a umidade presente na superfície de contato, o percurso da corrente e a resistência elétrica do corpo humano. Nesse sentido, o aterramento dos aparelhos é comumente utilizado para proteger o usuário contra choques elétricos (DIMOPOULOS *et al.*, 2012; LIU; SHOKOOH; MITOLO, 2012; PARISE, 1998).

O ponto de contato do acidentado sujeito ao choque elétrico define o percurso da corrente elétrica no organismo e, por consequência, sua gravidade. As reações fisiológicas vão de simples formigamento nas mãos podendo chegar a óbito, seja por parada cardiorrespiratória, asfixia, ou por queimaduras advindas de explosões no caso de arcos elétricos. De acordo com os dados da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (Abracopel), em 2015 no país foram registrados 1222 acidentes envolvendo eletricidade, correspondendo ao aumento de 8,1% em relação ao ano anterior.

Do total de acidentes, 822 são casos envolvendo choques elétricos, com 627 fatalidades. Ocorreram 311 acidentes decorrentes de curto-circuito, com alguns casos evoluindo para incêndios, causando 20 mortes. Os acidentes causados por descargas atmosféricas foram 89, com 46 vítimas fatais. De acordo com a Abracopel, a maioria dos acidentes envolvendo óbitos ocorreu em instalações residenciais devido à imprudência, imperícia ou desconhecimento das normas.

2.2 TÉCNICAS DE APRENDIZADO

Um dos conceitos abordados neste trabalho é a Aprendizagem Ativa (AA), introduzido por R. W. Revans (WELTMAN, 2007). Em suma, a AA é um método de aprendizagem na qual os alunos estão ativamente envolvidos no processo de aprendizagem. Consequentemente, o conhecimento adquirido depende do envolvimento do aluno (BONWELL; EISON, 1991).

Assim, pode-se afirmar que a AA é definida por um conjunto de práticas pedagógicas que abordam a questão da aprendizagem do aluno a partir de uma perspectiva diferente das técnicas clássicas de aprendizagem, como aulas expositivas, nas quais o aluno é visto como ser passivo no processo de aprendizagem.

Nesse trabalho a inspiração principal é a ABP. Nela, a proposta de atividade pedagógica é direcionada pela apresentação de projetos aos alunos, que devem buscar ativamente métodos para sua resolução. Seu uso é particularmente interessante em disciplinas de engenharia e ciências.

Especificamente, para apresentar em um ambiente real a necessidade de utilizar padrões técnicos e de segurança, a ABP é utilizada para sugerir e aplicar soluções práticas baseadas em conceitos científicos para atenuar os problemas diagnosticados. Desse modo, é importante salientar que as experiências de ensino e aprendizagem que levam em conta a realidade multifacetada possuem potencial para contribuir de maneira efetiva na aprendizagem em diversos níveis e modalidades de ensino. O grande diferencial de tal prática em relação às metodologias de ensino mais tradicionais

refere-se principalmente ao contato direto com o contexto e à forma de abordagem do conteúdo técnico/científico problematizando, levantando hipóteses e soluções colocando o estudante como sujeito de sua própria aprendizagem.

Outro aspecto a ser destacado é o caráter social da aprendizagem. Parte-se do pressuposto que os conteúdos não são neutros e que a sociedade é perpassada por contradições. Ao adentrar na realidade a fim de diagnosticar e interferir na mesma, permite-se ao aprendiz uma ação transformadora que mobiliza consciência e compromisso para com a sociedade e com a futura profissão. A aprendizagem nesta perspectiva estimula o desenvolvimento do pensamento crítico não a partir de uma lógica linear, mas tendo como ponto de partida a realidade.

Nos últimos anos, os cursos de engenharia no Brasil adotaram com sucesso a ABP. Nesse contexto, as limitações da proposta tradicional de ensino, além das crescentes inovações que têm incentivado a comunidade científica a pesquisar alternativas para novos processos de ensino e aprendizagem, são capazes de formar futuros engenheiros com visão holística (FELDER; SILVERMAN, 1988).

2.3 TRABALHOS CORRELATOS DE METODOLOGIAS ATIVAS

Na literatura podem-se encontrar trabalhos que apresentam aplicações de metodologias ativas, como AA e ABP. Em (OLEAGORDIA *et al.*, 2014) foram descritos os aspectos de um conjunto de ABP e aprendizagem cooperativa de ensino superior na Europa.

O uso de metodologias ativas é apresentado em (FONSECA; GÓMEZ, 2017) para o ensino de engenharia de software em engenharia da computação no Chile. Nesse caso, os autores procuraram melhorar as notas dos alunos com a integração dos conteúdos aprendidos com o desenvolvimento de projetos dentro de um contexto industrial.

No Brasil, o uso de metodologias ativas pode ser observado em (GAZZONI; MIYOSHI; DE LIMA, 2017), com o ensino de Cálculo em cursos de engenharia. O objetivo do artigo foi inserir conteúdo técnico na rotina dos alunos, facilitando a associação de conceitos com as matérias, permitindo que os alunos façam suas próprias contribuições e alcancem níveis mais altos de compreensão.

Também se pode mencionar (PRASAD; WICKLOW; TRAYNOR, 2018). Esse projeto interdisciplinar utilizou um grupo de estudantes e professores dos departamentos de Ciência da Computação e Biologia para resolver um problema de social. Em (FONSECA; GÓMEZ, 2017; GAZZONI; MIYOSHI; DE LIMA, 2017; OLEAGORDIA *et al.*, 2014; PRASAD; WICKLOW; TRAYNOR, 2018) os objetivos foram alcançados, com os alunos obtendo melhores notas e apresentando uma ampliação de sua consciência crítica.

3 DESENVOLVIMENTO

Por meio do ensino dos conceitos da AA e ABP, um grupo de quatro estudantes realizou visitas técnicas periódicas, a cada duas semanas, em quatro habitações na periferia do município de Cornélio Procopio (Paraná, Brasil), investigando a situação dos circuitos elétricos das habitações com o intuito de identificar possíveis riscos em instalações elétricas. Nos casos considerados mais severos, procurou-se atenuar a precariedade segundo os padrões de segurança da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Os alunos documentaram as habitações por fotos e anotaram os problemas mais visíveis, realizando as medições elétricas adequadas. Assim, selecionou-se os casos mais graves para beneficiamento com o projeto. Para a próxima etapa do projeto, foram coletados dados dos moradores através de um formulário e analisou-se os principais pontos de risco das habitações.

Os chefes das famílias responderam ao formulário, composto por sete questões sobre escolaridade dos familiares, renda total e dada sobre acidentes domésticos envolvendo eletricidade. Por fim, os moradores assinaram uma autorização para a execução das atividades.

A priori, as ações foram conduzidas de forma corretiva, visando atenuar a segurança dos moradores, objetivando diminuir o risco de choques elétricos e incêndios. Assim, o professor orientador analisava as propostas de melhorias e correções, concluindo as ações e reparos realizados com o grupo de alunos em reuniões antecedentes as visitas técnicas. Depois de coletar os dados essenciais e analisá-los reuniões periódicas, buscou-se recursos para a aquisição de materiais para a adequação das instalações.

Apesar da evidente contribuição do projeto de extensão, a maior dificuldade foi a captação de recursos para o reparo e adequação das instalações segundo as normas de segurança. A captação dos recursos ocorreu por meio de ações da iniciativa privada e incentivos da UTFPR-CP. Além disso, uma palestra foi realizada pelo grupo de extensão e apresentada pelo coordenador do projeto, oferecida para toda a universidade. A exigência de participação foi a doação de alimentos não perecíveis.

Após o término do projeto de extensão, foi elaborado um formulário on-line para ser respondido pelos alunos, a fim de verificar o impacto do trabalho em suas habilidades práticas e de aprendizagem. Este pode ser encontrando em <https://goo.gl/forms/FyTSBVk7de7unbdI2>.

Tabela 01 – Ontologia do projeto de extensão

| Etapa | Ação |
|-------|--|
| 1 | Visita a habitação para verificar os problemas elétricos |
| 2 | Verificação das possíveis soluções de acordo com os regulamentos da ABNT e ANEEL |
| 3 | Definição das ações de reparação total ou parcial dos problemas encontrados |
| 4 | Execução das ações em pares, explorando os conceitos de AA e ABP |

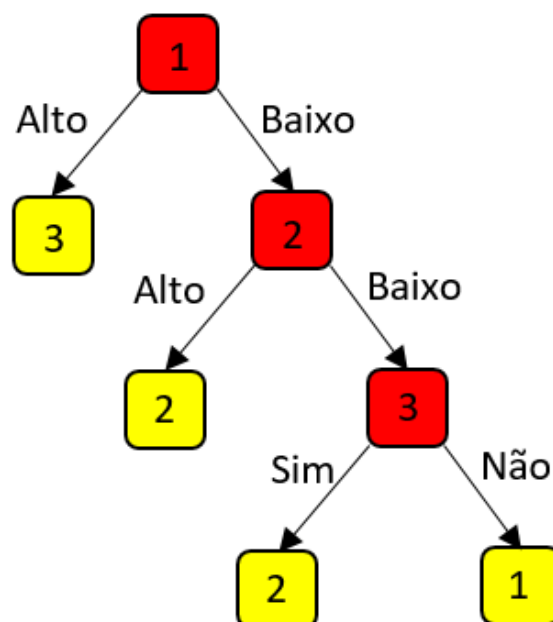
Fonte: Autoria própria.

A ontologia completa das vistas e reparos é composta de quatro etapas, observadas na Tabela 01. Elas resumem os principais conceitos abordados. Dessa forma, como metodologia de avaliação e validação do projeto de extensão, assumiu-se que um formulário era capaz de fornecer os dados necessários para a interpretação do impacto do projeto nos alunos.

A análise de dados acompanhou a dinâmica e a construção de indicadores qualitativos e quantitativos, que auxiliaram na tomada de decisão e no planejamento estratégico das etapas futuras deste trabalho. Utilizou-se um método inspirado nos tópicos abordados em visitas técnicas. Considerou-se a primeira etapa do projeto como uma análise realizada pelo professor e pelos alunos dos problemas encontrados através da viabilidade das soluções dadas pelos padrões técnicos.

As correções foram feitas formalmente de acordo com uma árvore de decisão proposta pelo professor supervisor, mostrada na Figura 01. Em suma, uma árvore de decisão consiste em nós (atributos) e folhas (decisões ou ações) ligadas através dos resultados possíveis dos ramos (WANG *et al.*, 2018).

Figura 01 – Árvore de decisão utilizada nas visitas



Fonte: Autoria própria.

Nesse trabalho, abordaram-se os atributos da precariedade das fiações e equipamentos de iluminação, risco de incêndio (1) e choque elétrico (2), composto pela qualidade do isolamento e quantidade de remendos de fiação. O último atributo é a falta de iluminação adequada (3). Vale ressaltar que o atributo 1 corresponde automaticamente à substituição completa das instalações elétricas. A Tabela 02 mostra um exemplo de conjunto de dados para orientar o processo de tomada de decisão do grupo de alunos.

Tabela 01 – Exemplo de conjunto de dados

| Id | Atributos | | | Ação |
|----|-----------|-------|-----|------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | baixo | baixo | sim | 2 |
| 2 | baixo | baixo | não | 1 |
| 3 | baixo | alto | sim | 2 |
| 4 | alto | baixo | sim | 3 |
| 5 | alto | alto | não | 3 |

Fonte: Autoria própria.

Os riscos de incêndio e choque elétrico foram divididos em “baixo” e “alto”, e a falta de iluminação adequada é composta de “sim” ou “não”. Assim, as folhas da árvore de decisão são as ações de correção do grupo, descritas a seguir.

- Aconselhamento: condições encontradas sem riscos alarmantes para os moradores;
- Pequenos reparos: Condições encontradas com risco iminente de choques elétricos;
- Substituição total: condições graves, quando as instalações elétricas podem imediatamente prejudicar várias vidas humanas e causar incêndios.

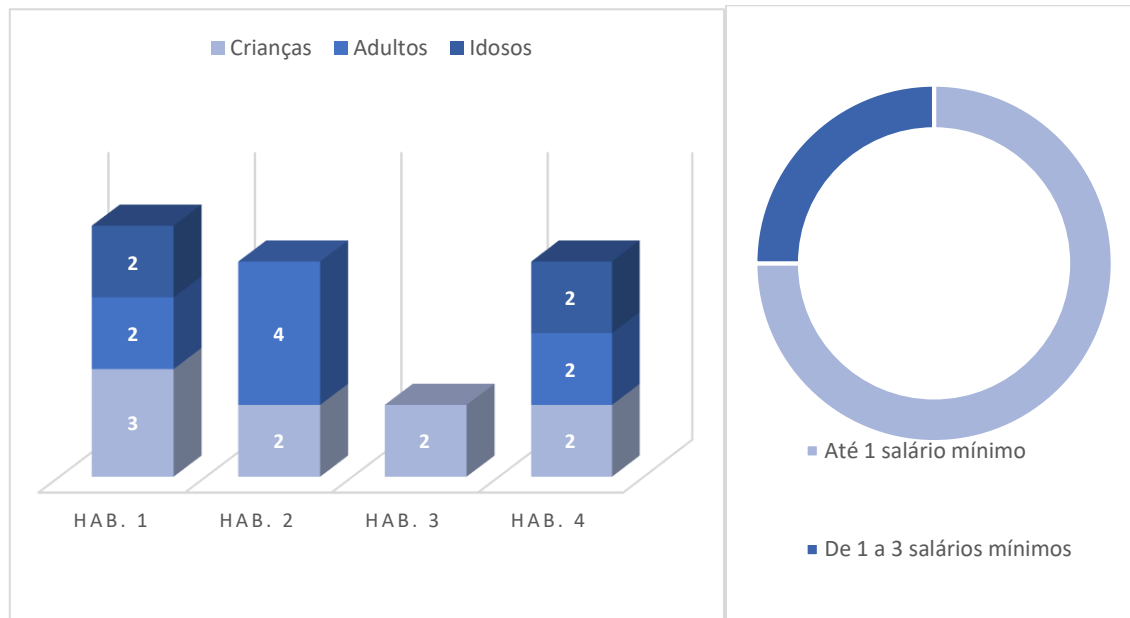
3.1 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

O processo das visitas e execução das correções foi dividido em duas etapas. A primeira consistiu em um diagnóstico das necessidades das habitações por meio do preenchimento do formulário socioeconômico. Na segunda etapa, os reparos eram efetuados.

Na Figura 02 são apresentados os resultados do formulário socioeconômico. Como pode ser observado, o número de moradores por habitação excede o número médio de pessoas por domicílio, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que é de 3,3 pessoas por domicílio na estatística mais recente (2011). Em 75% das habitações, a soma da renda de todos os residentes é

menor ou igual a um salário mínimo (R\$ 954,00), demonstrando a situação de dificuldade das famílias, a crise econômica.

Figura 02 – Árvore de decisão utilizada nas visitas



Fonte: Autoria própria.

De acordo com os dados coletados a partir da observação e documentação das habitações, verificou-se que nenhuma delas estava dentro dos padrões das normativas utilizadas (NBR-5410 e NR-10). As habitações não possuíam instalação elétrica adequada, tampouco algum dispositivo de proteção contra descargas elétricas, devido à falta de condições financeiras e/ou técnicas dos moradores. As diretrizes para instalações, cálculo da bitola dos fios, disjuntores, demanda, aterramento, entre outros, foram feitas de acordo com os padrões da ABNT e ANEEL. A partir do formulário socioeconômico, todas as famílias abordadas relataram acidentes com eletricidade nas habitações, a maioria dos casos sem assistência médica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acidentes graves foram causados por fios desencapados, plugues de alimentação, interruptores e chuveiros sem fixação, além de falta de aterramento. Um exemplo é mostrado na Figura 03. Nela, observa-se que os fios estão afixados no encanamento, proporcionando perigo devido à fuga de corrente elétrica.

Figura 03 – Instalação precária de chuveiro elétrico

Fonte: Autoria própria.

Conforme discutido anteriormente, selecionaram-se quatro habitações pelo projeto de extensão. Neste ponto será mostrado e discutido os casos encontrados, sugerindo as correções e soluções de segurança realizadas pelos alunos. Na Figura 04, observa-se os terminais de fiação expostos, causando um risco elevado de choques elétricos, especialmente para crianças.

Figura 04 – Interruptor de luz não afixado

Fonte: Autoria própria.

Figura 05 – Fiação exposta

Fonte: Autoria própria.

As Figuras 05 e 06 mostram outras situações de risco. Nesses casos, o grupo de alunos dedicava-se a melhorar os pontos de risco isolando adequadamente os condutores desencapados, fixando-os sempre que possível em tomadas, interruptores e pontos de iluminação. A fiação solta e/ou excedente foi removida ou realocada para minimizar o risco de choque elétrico ou curto-circuitos.

O conforto dos moradores também foi considerado como um objetivo para as correções e melhorias realizadas. Uma das habitações possuía uma lâmpada instalada incorretamente com suas conexões expostas em um canto da cozinha. Nesse caso, o respectivo interruptor de luz estava na sala de estar e, para acionar a lâmpada, era necessário que o residente se movesse para outro cômodo.

Figura 06 – Fiação exposta com muitos remendos

Fonte: Autoria própria.

A solução é mostrada na Figura 07, na qual a posição da lâmpada foi alterada para o centro da cozinha, trocando a fiação por um novo interruptor instalado na mesma sala, próximo à porta, para facilitar a utilização das luzes quando os moradores entrarem na cozinha.

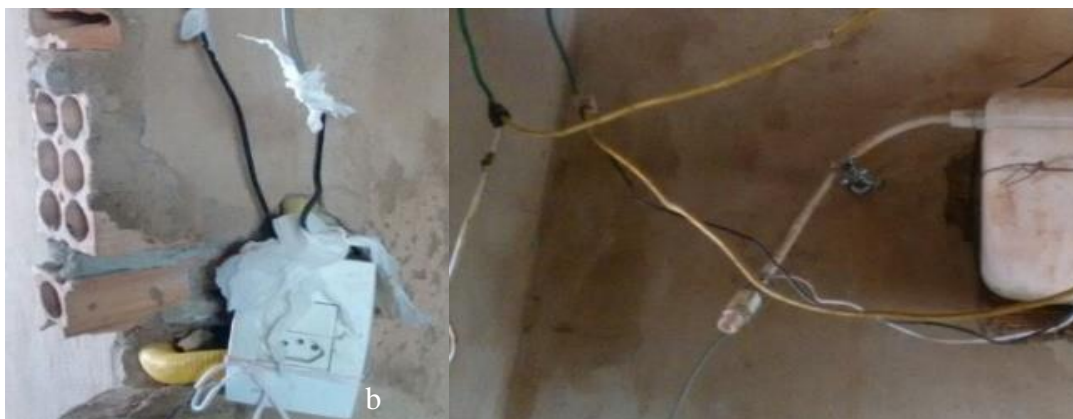
Figura 07 – Nova posição do ponto de luz



Fonte: Autoria própria.

Para uma melhoria do conforto visual, e segurança por falta completa de iluminação, em alguns casos, foram implementados novos pontos de iluminação e realocados os comutadores para outros locais para melhor acesso dos idosos e crianças.

Figura 08 – Fiação exposta, alto número de emendas



Fonte: Autoria própria.

Como visto na Figura 08 (a) e (b), foi instalado um novo conjunto de interruptor de luz no banheiro. No entanto, as paredes estavam em más condições, impossibilitando a reparação correta e

efetiva. A fiação que conectava o interruptor à lâmpada foi substituída, enquanto a fiação derretida do chuveiro foi reparada, removendo as partes danificadas.

A Fig. 09 (a) e (b) apresenta as adequações feitas para a situação da Figura 08. Nesse caso, pode-se observar o isolamento e fixação dos componentes. Na condição anterior, o soquete estava fixado por fios inadequados e isolado por uma sacola plástica.

Como visto nas Figuras 5, 6 e 10, um caso recorrente foi a presença de fiação exposta em locais com grande circulação de pessoas e em alturas ao alcance de crianças. Os casos demonstram a precariedade encontrada e o risco para as vidas para os moradores.

Figura 09 – Reparos feitos no banheiro da Figura 08



Fonte: Autoria própria.

Uma extensão em condições precárias é mostrada na Figura 10. Nela, há um alto risco de um residente tocar nos fios, levando em conta que no ambiente analisado não havia nenhum ponto de luz. Além disso, os dispositivos conectados apresentam fiação deteriorada e sem isolação adequada, evidenciando o risco de choques elétricos.

Figura 10 – Fiação exposta e suspensa

Fonte: Autoria própria.

A falta de disjuntores e de separação dos circuitos foi observada nas habitações. Foram encontrados disjuntores em apenas duas, quando os padrões indicam um disjuntor por circuito. Além disso, todas as habitações visitadas tinham algum tipo de conserto de fiação inadequada e nenhuma possuía aterramento. Esses fatos sugerem a necessidade de reforçar o aprendizado dos conceitos de segurança e instalações elétricas, abordados teoricamente e em laboratórios.

Devido à baixa luminosidade, cuidados adicionais de segurança foram tomados durante as visitas, feitos principalmente ao entardecer, de acordo com a disponibilidade dos alunos. Esse fato foi agravado pela falta de disjuntores, uma vez que induziu o desligamento total para realização das correções e melhorias.

É importante salientar que, com um orçamento maior, seria possível realizar correções de melhor qualidade, com o uso de eletrodutos aparentes em vez de fios expostos, melhor iluminação e arranjo de tomadas para atender às necessidades das famílias. A estrutura das habitações também caracterizou um obstáculo para a realização do trabalho. Paredes frágeis, acabamentos de má qualidade e falta de tetos impediram a fixação dos elementos em alguns casos. Uma possível solução para esse problema é buscar auxílio junto às empresas de construção civil, como de mão-de-obra ou patrocínio.

4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE O FORMULÁRIO AOS ALUNOS

Os quatro estudantes participantes do projeto de extensão responderam a um formulário on-line composto de sete questões, citado na metodologia. Em suma, observou-se um feedback positivo das respostas. Pode-se dizer que os estudantes sentiram um aumento de sua capacidade de resolução de problemas, interação social e consciência crítica.

Comentários para uma possível evolução do projeto foram um aspecto importante considerado no formulário. Nessa questão, os estudantes sugeriram parcerias com líderes do município para

melhorar a qualidade das habitações como um todo, visando reparar suas estruturas nos casos mais graves.

Outro ponto sugerido pelos discentes membros do projeto foi o aumento do número de participantes, caso a universidade ofereça outro do projeto de extensão similar. Por fim, um fator a ser melhorado é o processo de documentação utilizado, principalmente por meio de fotos com melhor qualidade e formulários socioeconômicos mais detalhados.

Por fim, um dos feedbacks propôs a sugestão de instruir os moradores no momento dos reparos, a fim de aumentar a aceitação geral e cautela nas próximas instalações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido alcançou os objetivos desejados, que consistiam na atenuação de riscos de choques e incêndios por meio de melhorias nas instalações elétricas. E consequentemente, possibilitar aos alunos uma aplicação dos conceitos técnico e científicos na realidade cotidiana.

Tal aspecto se reveste de grande valia na formação de futuros profissionais, pois ao vivenciarem uma experiência de ensino e aprendizagem de cunho técnico, possibilita também uma tomada de consciência acerca do contexto da sociedade. A experiência possibilitou aos participantes conhecimentos acerca da importância da segurança e dos padrões que possibilitam atenuar riscos de acidentes.

Outros aspectos a serem considerados são aqueles ligados à uma formação mais humanizada de técnicos e engenheiros, que necessariamente não devem atender somente aos interesses do capital, da grande empresa, mas com um compromisso com o bem-estar da população. Os ganhos visíveis a partir da experiência vão além da apropriação de conteúdos científicos, ao permitirem uma análise da realidade em suas diferentes dimensões. Os estudantes claramente tomaram consciência de que os problemas diagnosticados não se restringem somente aos aspectos técnicos, mas são imbricados na cultura, nas condições materiais e históricas do grupo analisado.

A partir dos dados analisados e coletados, por meio da experiência é possível inferir as metodologias ativas apresentam resultados importantes. Entretanto, o papel do docente constitui-se em elemento fundamental para o êxito da experiência, pois os papéis de professores e alunos necessitam ser reconfigurados a partir de uma lógica linear, não hierárquica, permitindo o agir e o aprender juntos.

Finalmente, após as orientações do grupo, observou-se que as famílias se mostraram cientes acerca dos riscos de acidentes causados pelo uso de energia elétrica.

Trabalhos futuros irão abordar o desenvolvimento de uma base de dados para melhor gestão da informação e análise em outras comunidades, e a promoção de palestras para conscientização dos

problemas observados. Além disso, será utilizada uma ferramenta por meio de Mapas Cognitivos Fuzzy para diagnosticar quantitativamente os riscos e/ou o impacto da responsabilidade social nos estudantes de engenharia.

AGRADECIMENTOS

O bolsista CAPES/BRASIL (processo 88887.350012/2019-00) agradece o apoio financeiro da Fundação Araucária, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), da Superintendência Geral de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI/PR), do Governo do Estado do Paraná e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Cornélio Procopio (UTFPR-CP).

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR-5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro, Brasil: [s.n.].
- BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom**. 1. ed. Washington, USA: School of Education and Human Development, The George Washington University, 1991.
- CAMPBELL, R. **U.S. Structure Fires in Office Properties** National Fire Protection Association - **Fire Analysis and Research Division**. Quincy, MA, USA: [s.n.].
- COPOT, C.; IONESCU, C.; KEYSER, R. DE. **Interdisciplinary project-based learning at master level: control of robotic mechatronic systems**. IFAC-PapersOnLine. **Anais...Elsevier**, 1 jan. 2016Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896316304025>>. Acesso em: 15 ago. 2018
- DARLINGTON, S. **Fire in São Paulo, Brazil, Brings Down a High-Rise Building**. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2018/05/01/world/americas/sao-paulo-brazil-fire-collapse.html>>. Acesso em: 15 abr. 2019.
- DIMOPOULOS, A. et al. Probability Surface Distributions for Application in Grounding Safety Assessment. **IEEE Transactions on Power Delivery**, v. 27, n. 4, p. 1928–1936, 2012.
- FELDER, R. M.; SILVERMAN, L. K. Learning and teaching styles in engineering education. **Engineering education**, v. 78, n. 7, p. 674–681, 1988.
- FONSECA, V. M. F.; GÓMEZ, J. Applying Active Methodologies for Teaching Software Engineering in Computer Engineering. **Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v. 12, n. 3, p. 147–155, 2017.

GAZZONI, W. C.; MIYOSHI, J.; DE LIMA, V. D. P. Active Methodologies for Calculus in Engineering Courses (December 2016). **Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje**, v. 12, n. 4, p. 193–198, 2017.

KINDERMANN, G. **Choque elétrico - 4ª edição modificada e ampliada**. 4. ed. Florianópolis, SC, Brasil: Do autor/FPOLIS, 2013.

LIU, H.; SHOKOOH, F.; MITOLO, M. **Thermal sizing and electric shock calculations for equipment grounding conductors**. 2012 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting. **Anais...2012**

MARTINEZ-RODRIGO, F. et al. Using PBL to Improve Educational Outcomes and Student Satisfaction in the Teaching of DC/DC and DC/AC Converters. **IEEE Transactions on Education**, v. 60, n. 3, p. 1–9, 2017.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Rio de Janeiro, BR: [s.n.]. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR10.pdf>>.

OLEAGORDIA, I. J. et al. Active methodology applied in engineering by PBL. I-Approach. **Proceedings of XI Tecnologias Aplicadas a la Ensenanza de la Electronica (Technologies Applied to Electronics Teaching), TAAE 2014**, 2014.

PARISE, G. A summary of the IEC protection against electric shock. **IEEE Transactions on Industry Applications**, v. 34, n. 5, p. 911–922, 1998.

PRASAD, R.; WICKLOW, B.; TRAYNOR, C. **Practical Problem-Based Learning: An Interdisciplinary Approach**. 2018 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC). **Anais...Princeton, NJ, USA: IEEE**, 2018

SHARRY, J. A. South America Burning. **Fire Journal**, v. 68, n. 4, p. 23–33, 1974.

WANG, L. et al. Region compatibility based stability assessment for decision trees. **Expert Systems with Applications**, v. 105, p. 112–128, 1 set. 2018.

WELTMAN, D. **A Comparison of Traditional and Active Learning Methods: An Empirical Investigation Utilizing a Linear Mixed Model**. [s.l.] The University of Texas at Arlington, 2007.